

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-151774
(P 2 0 0 2 - 1 5 1 7 7 4 A)
(43) 公開日 平成14年 5月24日 (2002. 5. 24)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	ターマコード (参考)
H01S 3/109		H01S 3/109	2K002
A61B 18/20		G02F 1/37	4C026
A61F 9/007		H01S 3/094	S 5F072
G02F 1/37		A61B 17/36	350
H01S 3/094		A61F 9/00	501

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-248714 (P 2001 - 248714)
(22) 出願日 平成13年 8月20日 (2001. 8. 20)
(31) 優先権主張番号 特願2000-269883 (P 2000 - 269883)
(32) 優先日 平成12年 9月 1日 (2000. 9. 1)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

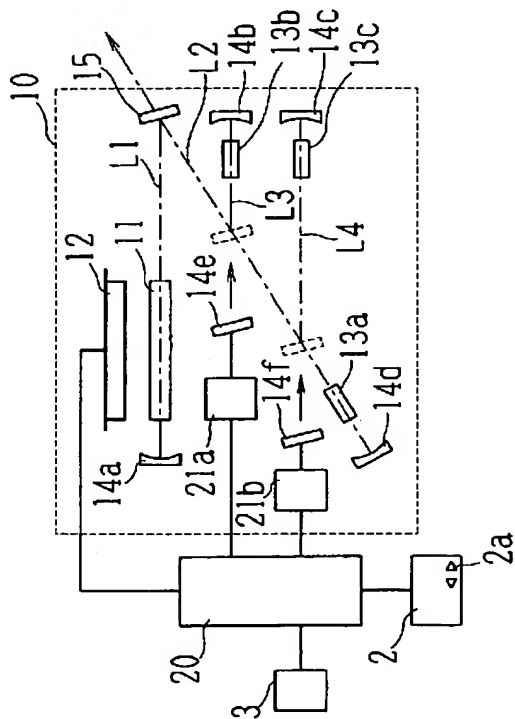
(71) 出願人 000135184
株式会社ニデック
愛知県蒲郡市栄町 7 番 9 号
(72) 発明者 高田 康利
愛知県蒲郡市拾石町前浜34番地14 株式会
社ニデック 拾石工場内
F ターム (参考) 2K002 AA04 AB12 BA03 CA02 HA20
4C026 AA01 AA03 BB07 FF02
5F072 AB02 JJ20 KK01 KK06 KK08
KK12 MM12 PP07 QQ02 YY01

(54) 【発明の名称】 レーザ装置

(57) 【要約】

【課題】 波長切換え時のアライメント精度の確保を容易にしつつ、効率良く複数の異なる波長のレーザー光を出射可能なレーザー装置を提供する。

【解決手段】 複数の異なる波長のレーザー光を出射可能なレーザー装置において、励起光源と、励起光源からの光によって複数のピーク波長を放出する固体レーザー媒質と、固体レーザー媒質より放出されるピーク波長の内の第 1 ピーク波長の第二高調波を第 1 レーザ光として発振するための第 1 共振光学系と、第 1 共振光学系に配置された固体レーザー媒質と第 1 波長変換素子との間の光路に挿脱される可動反射ミラーと、可動反射ミラーの光路の挿入によって第 1 共振光学系における固体レーザー媒質側の共振光路を共用すると共に、固体レーザー媒質より放出される第 1 ピーク波長とは異なる第 2 ピーク波長の第二高調波を第 2 レーザ光として発振するための第 2 共振光学系とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の異なる波長のレーザ光を出射可能なレーザ装置において、励起光源と、該励起光源からの光によって複数のピーク波長を放出する固体レーザ媒質と、該固体レーザ媒質より放出されるピーク波長の内の第 1 ピーク波長を共振させるとともに、その第 1 ピーク波長の第二高調波を第 1 レーザ光として発振するための第 1 波長変換素子を持つ第 1 共振光学系と、該第 1 共振光学系に配置された前記固体レーザ媒質と第 1 波長変換素子との間の光路に挿脱される可動反射ミラーと、該可動反射ミラーの光路への挿入によって前記第 1 共振光学系における前記固体レーザ媒質側の共振光路を共用すると共に、固体レーザ媒質より放出される前記第 1 ピーク波長とは異なる第 2 ピーク波長の第二高調波を第 2 レーザ光として発振するための第 2 波長変換素子を持つ第 2 共振光学系と、を有することを特徴とするレーザ装置。

【請求項 2】 請求項 1 のレーザ装置において、前記第 2 共振光学系と共用される第 1 共振光学系の光路には、前記第 1 及び第 2 ピーク波長を反射すると共に前記第 1 レーザ光及び第 2 レーザ光の波長を透過する特性を持つ出力ミラーを配置したことを特徴とするレーザ装置。

【請求項 3】 請求項 2 のレーザ装置において、前記固体レーザ媒質は Nd : YAG の結晶を使用することを特徴とするレーザ装置。

【請求項 4】 複数の異なる波長のレーザ光を出射可能なレーザ装置において、励起光源と、該励起光源からの光によって複数のピーク波長を放出する固体レーザ媒質と、該固体レーザ媒質より放出されるピーク波長の内の第 1 ピーク波長を共振させる一対の共振ミラーを持つと共に、その第 1 ピーク波長の第二高調波を第 1 レーザ光として発振するための第 1 波長変換素子を持つ第 1 共振光学系と、前記固体レーザ媒質と第 1 波長変換素子との間の光路にて第 1 の位置と第 2 の位置とに切換え可能に置かれる可動反射ミラーであって、第 1 の位置に切換えられたときに前記第 1 共振光学系を構成する可動反射ミラーと、前記第 1 共振光学系の前記固体レーザ媒質側の共振光路を共用すると共に、前記可動反射ミラーが第 2 の位置に切換えられたときにその反射方向に専用の共振光路が形成された第 2 共振光学系であって、該専用光路には前記固体レーザ媒質より放出される前記第 1 ピーク波長とは異なる第 2 ピーク波長を共振する共振ミラーと前記第 2 ピーク波長の第二高調波を第 2 レーザ光として発振するための第 2 波長変換素子とが配置された第 2 共振光学系と、を備えることを特徴とするレーザ装置。

【請求項 5】 請求項 4 のレーザ装置において、前記可動反射ミラーは前記固体レーザ媒質の共振光軸方向に移動されることにより、前記第 1 の位置と第 2 の位置とに切換えられる可動反射ミラーであり、該移動により位置が切換えられる前記駆動反射ミラーの反射方向に前記第 1 及び第 2 共振光学系の専用光路がそれぞれ設けられて

いることを特徴とするレーザ装置。

【請求項 6】 請求項 4 のレーザ装置において、前記可動反射ミラーは前記固体レーザ媒質の共振光軸と直交する軸の軸回りに回転することにより、前記第 1 の位置と第 2 の位置とに切換えられる可動反射ミラーであり、該回転により位置が切換えられる前記駆動反射ミラーの反射方向に前記第 1 及び第 2 共振光学系の専用光路がそれぞれ設けられていることを特徴とするレーザ装置。

【請求項 7】 請求項 4 のレーザ装置において、前記可動反射ミラーは前記第 1 共振光学系の共振光路に挿脱されることにより、前記第 1 の位置と第 2 の位置とに切換えられる可動反射ミラーであり、前記第 1 共振光学系の共振光路から外されたときに前記第 1 共振光学系が構成され、前記第 1 共振光学系の共振光路に可動反射ミラーが挿入されたときに、その反射方向に前記第 2 共振光学系の専用光路が形成されていることを特徴とするレーザ装置。

【請求項 8】 請求項 4 ～ 7 の何れかのレーザ装置において、前記固体レーザ媒質と前記駆動反射ミラーとの間の光路には、前記第 1 及び第 2 ピーク波長を反射すると共に前記第 1 レーザ光及び第 2 レーザ光の波長を透過する特性を持つ出力ミラーを配置したことを特徴とするレーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数の波長のレーザ光を選択、発振することができるレーザ装置に関する。

【0002】

【従来技術】 複数の異なる波長のレーザ光を出射可能なレーザ装置としては、レーザ光の波長が可変なアルゴン・ダイレーザやマルチウェイブレングスのクリプトンレーザなどが知られている。これらは、患部や治療目的によって適する波長が異なる眼科手術等の医療分野など、様々な分野で使用されている。例えば、眼科手術においては、可視域を中心に波長（色）の違いによって異なる疾患（患部）の治療を行っており、疾患（患部）によっては赤と緑などの異なる波長（色）を同時に又は切換えて使用する場合もあるため、1 台の装置で複数の異なる波長を出射できるのは都合がよい。ところで、前述した波長可変のレーザ治療装置は気体又はダイレーザであり、レーザチューブが短寿命であること、多大な電力を必要とすること、装置が大型化することなど問題が多いため、固体レーザによる多波長発振可能なレーザ装置が研究されている。そのような背景の中、従来はプリズムやグレーティング等の波長選択素子を共振器内に挿入して、波長選択を行う方法が提案されている。また、特開平 10-65238 に開示されるように出力ミラーを共振光軸上で切換えることにより、複数のレーザ光を出射させるものもある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前者のプリズム等の挿入によって波長の選択を行う場合、共振器内の損失が比較的大きくなり、励起光からレーザ光への変換効率が低くなる。さらにまた、プリズム自体及びその配置位置等に高い精度が要求される。また、後者の出力ミラーを切替える方法において、第二高調波を発振させて多波長のレーザ光を得るレーザ装置の場合、第二高調波を得るための非線型結晶や出力ミラー等、入れ替えを必要とする光学部品の数が多くなり、共振時における各光学部品のアライメント精度の確保が難しいといった問題もある。

【0004】本発明は、上記問題点を鑑み、波長切替時のアライメント精度の確保を容易にしつつ、効率良く複数の異なる波長のレーザ光を出射可能なレーザ装置を提供することを技術課題とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は以下のような構成を備えることを特徴とする。

【0006】(1) 複数の異なる波長のレーザ光を出射可能なレーザ装置において、励起光源と、該励起光源からの光によって複数のピーク波長を放出する固体レーザ媒質と、該固体レーザ媒質より放出されるピーク波長の内の第1ピーク波長を共振させるとともに、その第1ピーク波長の第二高調波を第1レーザ光として発振するための第1波長変換素子を持つ第1共振光学系と、該第1共振光学系に配置された前記固体レーザ媒質と第1波長変換素子との間の光路に挿脱される可動反射ミラーと、該可動反射ミラーの光路への挿入によって前記第1共振光学系における前記固体レーザ媒質側の共振光路を共用すると共に、固体レーザ媒質より放出される前記第1ピーク波長とは異なる第2ピーク波長の第二高調波を第2レーザ光として発振するための第2波長変換素子を持つ第2共振光学系と、を有することを特徴とする。

(2) (1)のレーザ装置において、前記第2共振光学系と共用される第1共振光学系の光路には、前記第1及び第2ピーク波長を反射すると共に前記第1レーザ光及び第2レーザ光の波長を透過する特性を持つ出力ミラーを配置したことを特徴とする。

(3) (2)のレーザ装置において、前記固体レーザ媒質はNd:YAGの結晶を使用することを特徴とする。

(4) 複数の異なる波長のレーザ光を出射可能なレーザ装置において、励起光源と、該励起光源からの光によって複数のピーク波長を放出する固体レーザ媒質と、該固体レーザ媒質より放出されるピーク波長の内の第1ピーク波長を共振させる一対の共振ミラーを持つと共に、その第1ピーク波長の第二高調波を第1レーザ光として発振するための第1波長変換素子を持つ第1共振光学系

と、前記固体レーザ媒質と第1波長変換素子との間の光路にて第1の位置と第2の位置とに切替え可能に置かれる可動反射ミラーであって、第1の位置に切替えられたときに前記第1共振光学系を構成する可動反射ミラー

と、前記第1共振光学系の前記固体レーザ媒質側の共振光路を共用すると共に、前記可動反射ミラーが第2の位置に切替えられたときにその反射方向に専用の共振光路が形成された第2共振光学系であって、該専用光路には前記固体レーザ媒質より放出される前記第1ピーク波長とは異なる第2ピーク波長を共振する共振ミラーと前記第2ピーク波長の第二高調波を第2レーザ光として発振するための第2波長変換素子とが配置された第2共振光学系と、を備えることを特徴とする。

(5) (4)のレーザ装置において、前記可動反射ミラーは前記固体レーザ媒質の共振光軸方向に移動されることにより、前記第1の位置と第2の位置とに切替えられる可動反射ミラーであり、該移動により位置が切替えられる前記駆動反射ミラーの反射方向に前記第1及び第2共振光学系の専用光路がそれぞれ設けられていることを特徴とする。

(6) (4)のレーザ装置において、前記可動反射ミラーは前記固体レーザ媒質の共振光軸と直交する軸の軸回りに回転することにより、前記第1の位置と第2の位置とに切替えられる可動反射ミラーであり、該回転により位置が切替えられる前記駆動反射ミラーの反射方向に前記第1及び第2共振光学系の専用光路がそれぞれ設けられていることを特徴とする。

(7) (4)のレーザ装置において、前記可動反射ミラーは前記第1共振光学系の共振光路に挿脱されることにより、前記第1の位置と第2の位置とに切替えられる可動反射ミラーであり、前記第1共振光学系の共振光路から外されたときに前記第1共振光学系が構成され、前記第1共振光学系の共振光路に可動反射ミラーが挿入されたときに、その反射方向に前記第2共振光学系の専用光路が形成されていることを特徴とする。

(8) (4)～(7)の何れかのレーザ装置において、前記固体レーザ媒質と前記駆動反射ミラーとの間の光路には、前記第1及び第2ピーク波長を反射すると共に前記第1レーザ光及び第2レーザ光の波長を透過する特性を持つ出力ミラーを配置したことを特徴とする。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1はスリットランプを使用する眼科用レーザ光凝固装置の外観図である。図2は装置の光学系及び制御系概略図である。

【0008】1はレーザ装置本体であり、後述するレーザ発振器10、レーザ光を患者眼の患部に導光して照射するための導光光学系の一部、制御部20等が収納されている。2は装置のコントロール部であり、レーザ光の波長を選択する波長選択スイッチ2aやレーザ照射条件

10

20

30

40

50

を設定入力するための各種スイッチが設けられている。3はレーザ照射のトリガ信号を発信するためのフットスイッチである。

【0009】4はスリットランプであり、患者眼を観察するための観察光学系と導光光学系の一部とが備えられている。5は本体1からのレーザ光をスリットランプ4に導光するためのファイバである。6はスリットランプ4を上下動するための架台である。

【0010】図2において、10はレーザ発振器であり、内部には固体レーザ媒質であるNd:YAG結晶（以下、単にロッドともいう）11、励起光源である半導体レーザ（以下、単にLD (Laser Diode) ともいう）12、波長変換器である非線形結晶（以下、単にNLC (Non Linear Crystal) ともいう）13a~13c、全反射ミラー（以下、単にHR (High Reflector) ともいう）14a~14f、出力ミラー15が備えられている。なお、非線形結晶としては、KTP結晶、LBO結晶、BBO結晶等が使用可能であり、本実施形態ではKTP結晶を使用している。

【0011】Nd:YAG結晶は励起光源からの励起光により、近赤外域の複数の発振線（ピーク波長）を持つ光を放出する。そこで、本実施形態の装置では、複数の発振線の内出力が高い、約1064nm、約1123nm、約1319nmの3つの発振線における第二高調波を、非線形結晶を利用して発生させることにより、約532nm（緑）、約561nm（黄）、及び約659nm（赤）の3色のレーザ光を射出させる。

【0012】ロッド11が配置される光軸L1の光路の一端にはHR14aが設けられ、他端には出力ミラー15が所定角度だけ傾けて設けられている。HR14aは1064nm~1319nmの波長に対して全反射の特性を持つものであるが、これに限るものではなく、1064nm、1123nm、1319nmの波長を含んだ赤外域の波長を広く反射するような特性を持つものである。出力ミラー15は1064nm~1319nmの波長を全反射するとともに、532nm~659nmを透過する特性を持つ。出力ミラー15の反射方向の光軸L2上には、NLC13aとHR14dが固定されて設けられている。NLC13aは1319nmの波長に対して、その第二高調波である659nmの波長を発生させるように配置されている。HR14dは1319nm及び659nmに対して全反射の特性を持つ。すなわち、659nmのレーザ光を発振するためのHR14dには、659nmを全反射すると共に、Nd:YAG結晶の発振線の内、1319nmを全反射し、それよりゲインの高い波長の反射ロスを大きくする反射特性を持たせれば良い。

【0013】このような光学配置により、ロッド11を挟んで光軸L1のHR14aと光軸L2上のHR14dが対向する一対の共振器構造を持つ第1の共振光学系が

構成され、NLC13aによって発生される第二高調波の659nmをロッド11にて阻害されることなく、出力ミラー15より射出することが可能である。

【0014】光軸L2上の出力ミラー15とNLC13aとの間には、HR14eが挿脱可能に配置される。HR14eは1064nm及び532nmに対して全反射の特性を持つ。HR14eの反射方向の光軸L3上には、NLC13bとHR14bが固定的に設けられている。NLC13bは1064nmの波長に対して、その第二高調波である532nmの波長を発生させるように配置されている。HR14bは14eと同じく1064nm及び532nmに対して全反射の特性を持つ。すなわち、532nmのレーザ光を発振するためのHR14bには、少なくとも532nm及び1064nmを全反射する特性を持つ。

【0015】このような光学配置により、HR14eが光軸L2上に挿入された時には、第1の共振光学系のHR14a、ロッド11、出力ミラー15を共用し、HR14aとHR14bとがロッド11を挟んで一対の共振器となる第2の共振光学系が構成される。

【0016】光軸L2上でHR14eが挿脱される位置とNLC13aとの間には、HR14fが挿脱可能に配置される。HR14fは1123nm及び561nmに対して全反射の特性を持つ。HR14fの反射方向の光軸L4上には、NLC13cとHR14cが固定的に設けられている。NLC13cは1123nmの波長に対して、その第二高調波である561nmを発生するように配置されている。HR14cはHR14fと同じく1123nm及び561nmに対して全反射の特性を持つ。すなわち、561nmのレーザ光を発振するためのHR14c（HR14f）には、561nmを全反射すると共に、Nd:YAG結晶の発振線のうち、1123nmを全反射し、それよりゲインの高い波長の反射ロスを大きくする反射特性を持たせれば良い。

【0017】このような光学配置により、HR14fが光軸L2上に挿入された時には、第1の共振光学系のHR14a、ロッド11、出力ミラー15を共用し、HR14aとHR14cとがロッド11を挟んで一対の共振器となる第3の共振光学系が構成される。

【0018】図2において、20はコントロール部2やフットスイッチ3からの信号に基づいて装置各部を制御する制御部、21a、21bはモータ等からなる駆動装置であり、駆動装置21aは光軸L2上にHR14eを、駆動装置21bは光軸L2上にHR14fをそれぞれ挿脱させる。

【0019】以上のような構成を備えるため、共振器構造を有する各共振光学系の変更を行う時にはHR14e、14fを挿脱すればよく、その他の光学部材を移動等する必要がない。このため、光学部材の移動によるアライメントずれを最小限に抑えることができる。また、

10

20

30

40

50

このような構成の場合、各共振器間の長さを自由に設計できるため、効率のよい発振が可能な光学系の配置（共振器間の長さ）を、各共振器毎にて簡単に設定できる。

【0020】なお、図2においては駆動装置21a及び21bによるHR14e及びHR14fの挿脱を、それぞれ光軸L3、L4方向に移動するように描いたが、これは図2の紙面に直交する方向に移動するようにすることが好ましい。この場合には、HR14e、HR14fの移動位置の精度に影響されずに、アライメント精度を確保することが可能となる。

【0021】次に、以上の構成に基づき、複数の異なる波長のレーザ光を出射させる方法について説明する。

【0022】＜659nmのレーザ光の出射方法＞術者は波長選択スイッチ2aにより、手術に使用するレーザ光の色（波長）を赤色（659nm）とする。赤色の選択時には、HR14e及びHR14fは光軸L2の外に置かれる。レーザ光の出射制御はフットスイッチ3を使用して、制御部20に出射のトリガ信号を与えることによって行われる。

【0023】トリガ信号を受けると制御部20は、LD12に電流を印可し、LD12によってロッド11を励起する。なお、ロッド11であるNd：YAG結晶の両端面には、1064nm、1123nm、1319nmに対して透過性を高めるようにAR（Anti Reflective）コーティングが施されている。

【0024】ロッド11が励起されると、HR14aとHR14dとの間では1319nmの光が共振され、さらに光軸L2上に配置されたNLC13aによって第2高調波である659nmの光に波長変換される。得られた659nmのレーザ光は、出力ミラー15を透過し、ファイバ5へ導光される。そして、スリットランプ4の照射口から患者眼に向けて照射される。

【0025】＜532nmのレーザ光の出射方法＞術者は波長選択スイッチ2aにより、手術に使用するレーザ光の色（波長）を緑色（532nm）とする。制御部20は駆動装置21aを駆動させ、HR14eを光軸L2上に位置させる（図3参照）。また、制御部20はフットスイッチ3からのトリガ信号によってLD12に電流を印可させ、ロッド11を励起させる。

【0026】ロッド11が励起されると、HR14aとHR14bとの間では1064nmの光が共振され、さらに光軸L3上に配置されたNLC13bによって第2高調波である532nmの光に波長変換される。得られた532nmのレーザ光は、出力ミラー15を透過し、ファイバ5へ導光される。そして、スリットランプ4の照射口から患者眼に向けて照射される。

【0027】＜561nmのレーザ光の出射方法＞術者は波長選択スイッチ2aにより、手術に使用するレーザ光の色（波長）を黄色（561nm）とする。制御部20は駆動装置21bを駆動させ、HR14fを光軸L2

上に位置させる（このとき、前回の出射で532nmの波長が選択されている場合には、HR14eを光軸L2上から退避させておく）。また、制御部20はフットスイッチ3からのトリガ信号によってLD12に電流を印可させ、ロッド11を励起させる。

【0028】ロッド11が励起されると、HR14aとHR14cとの間では1123nmの光が共振され、さらに光軸L4上に配置されたNLC13cによって第2高調波である561nmの光に波長変換される。得られた561nmのレーザ光は、出力ミラー15を透過し、ファイバ5へ導光される。そして、スリットランプ4の照射口から患者眼に向けて照射される。

【0029】以上のように、659nm（赤）、532nm（緑）、561nm（黄）の異なる波長のレーザ光が得られる。ここで、659nmのレーザ光を発振するためのHR14dの反射特性において、Nd：YAG結晶の発振線の内、1319nmよりゲインの高い1123nm以下の短波長側の発振線については50%以下の反射率とするのが好ましい。さらに1064nmの発振線については20%以下の反射率とするのが好ましい。

【0030】同様に、561nmのレーザ光を発振するためのHR14c（HR14f）の反射特性において、Nd：YAG結晶の発振線の内、1123nmよりゲインの高い1115.9nm以下の短波長側の発振線については50%以下の反射率とするのが好ましい。さらに1064nmの発振線については20%以下の反射率とするのが好ましい。なお、1123nmに対してNd：YAG結晶の発振線の内1115.9nmが波長的に近い場合、HR14cの反射特性で反射率の差を設けることが容易でない場合は、図4に示すようにエタロン等の波長選択素子30をNLC13cとHR14fとの間に配置し、1123nmを選択的に取り出し可能に構成すれば良い。

【0031】以上説明した実施形態では全反射ミラー（HR14e、HR14f）を第1の共振光学系の光路に挿入することにより、第2及び第3の共振光学系を構成するようにしているが、これに限るものではなく、図5及び図6に示す変容も可能である。

【0032】まず、図5の変容例を説明する。図1及び図4で示した符号と同符号を付してあるものは同機能を有しているものであり、説明は省略する。

【0033】14gはHR14aと同じ反射特性を持つ全反射ミラー（HR）であり、軸L2上に所定の角度をもって配置されている。また、HR14gは駆動量を検知することのできる駆動手段（例えばパルスモータ等）にて構成される駆動装置21cによって軸L2上を移動することができるようになっている。このため、HR14gを軸L3、L4、L5と軸L2との交点にその反射面をそれぞれ位置させることにより、異なる波長のレーザ光を出射させるための共振光学系をそれぞれ構成する

ことができる。すなわち、HR 14 gの反射面が軸L 2と軸L 5との交点位置に位置したときには、HR 14 aとHR 14 dとによりロッド11等を挟んで位置する一対の共振ミラーとなる共振光学系が構成され、659 nmのレーザ光が得られる。HR 14 gの反射面が軸L 2と軸L 4との交点位置に位置したときには、561 nmを得る共振光学系が構成される。HR 14 gの反射面が軸L 2と軸L 3との交点位置に位置したときには、532 nmを得る共振光学系が構成される。軸L 2の反射方向にある軸L 3、L 4、L 5の光路が、それぞれ専用の共振光路とされる。

【0034】また、図5に示す光学系においては、軸L 3、L 4、L 5はともに平行になるように設定（配置）されている。従ってHR 14 gを使用して各波長における共振器を各々組む場合、HR 14 gの設置角度を変えことなく軸L 2上を軸に沿って移動するだけでよい。このためアライメント精度の確保は軸上の移動のみに気をつければよく、アライメント精度の確保が容易となる。

【0035】なお、22 a、22 bはHR 14 gの移動限界を検知するとともにHR 14 gの移動基準となる位置を決定するためのリミットセンサである。共振器を形成するためにHR 14 gの位置を駆動制御する場合、制御部20はレーザ装置の電源投入時に駆動装置21 cを使用してHR 14 gをリミットセンサ22 a（又は22 b）にて検知される位置まで一旦移動させた後、その位置を基準位置として、選択されているレーザ光の波長が出力される位置（軸L 2と軸L 3～5との交点）まで予め決定されている駆動量だけHR 14 gを移動させる。

【0036】また、さらにレーザ光の出射効率を良くしたい場合には、前述したように選択されているレーザ光の波長が出力される位置までHR 14 gを移動させた後、出力ミラー15の出力側に設けられた図示なきセンサにて、レーザ光の出力の検出を行う。次に、HR 14 gを軸L 2に沿って前後に微動させ、センサにてレーザ光の出力が最も高く検出されるような位置にHR 14 gを移動させる。これにより、さらに効率の良いレーザ光の出射が可能となる。また、レーザ光の出力を検出するセンサは従来からレーザ装置の出力検出のために装置内に設けられているセンサを使用すればよい。

【0037】図6は1つの全反射ミラーの角度位置の切換えで、3つの異なる波長のレーザ光を出射させるための光学系を示したものである。ここで前述の実施形態で示した符号と同符号を付してあるものは同機能を有しているものであり、説明は省略する。

【0038】14 hはHR 14 aと同じ反射特性を持つ全反射ミラー（HR）、21 dは駆動量を検知することのできる駆動手段（例えばパルスモータ等）にて構成される駆動装置であり、軸L 2に直交する軸（点Aを通り紙面に垂直な軸）の軸回りにHR 14 hを回転駆動させ

ることができる。駆動装置21 dの駆動量の制御は制御部20によって行われる。図6において各軸L 3、L 4、L 5は軸L 2上の交点Aにてすべて交わるように設定されており、この交点Aの位置にHR 14 hの反射面が位置している。HR 14 gの反射面の角度位置が切換えられたとき、その反射方向に位置する軸L 3、L 4、L 5の光路が、それぞれ専用の共振光路とされる。

【0039】各波長のレーザ光を出射させるための共振光学系を各々形成するために、HR 14 hの位置を駆動制御する場合、制御部20はレーザ装置の電源投入時に駆動装置21 dを使用してHR 14 gを所定の角度位置に戻した後、その位置を基準角度位置として、選択されているレーザ光の波長を出力するために必要とされる角度位置までHR 14 hを回転駆動させる。すなわち、HR 14 hの反射面の角度位置を切換え、軸L 2の反射方向が軸L 5と一致するようにしたときには、HR 14 aとHR 14 dとがロッド11等を挟んで一対の共振器となる共振光学系が構成され、659 nmのレーザ光が得られる。軸L 2の反射方向が軸L 4と一致するようにしたときには、561 nmを得る共振光学系が構成される。軸L 2の反射方向が軸L 3と一致するようにしたときには、532 nmを得る共振光学系が構成される。なお、所定の角度位置（基準角度位置）にHR 14 hを合わせるには、前述したリミットセンサ等を使用し、HR 14 hの角度位置を検知すればよい。

【0040】また、さらにレーザ光の出射効率を良くしたい場合には、前述したようにレーザ光の出力を検出するセンサを使用して、レーザ光の出力が最も高く検出されるような位置角度にHR 14 hを微調整し合わせればよい。

【0041】以上説明した実施形態では、3波長を選択、出射するものとしているが、これに限るものではなく、2波長、4波長等の複数の波長を選択、出射することができる。また、HR 14 aとHR 14 b、HR 14 aとHR 14 c、HR 14 aとHR 14 dで構成される各共振光学系は、それぞれ波長毎に適した光学配置の長さに設定すればよい。

【0042】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、波長選択時に駆動させる光学部材を最小限に抑えたため、アライメントずれが抑制される。また、共振器の中にプリズム等を配置する必要がないため、レーザ光の出射効率が高い。さらに、波長毎に適した共振器間の光学配置の長さを各々設定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態で使用する眼科用レーザ光凝固装置の外観を示す図である。

【図2】光学系と制御系を示す図である。

【図3】異なる波長を出射させるために光学系の位置を変更させた時の概略図である。

10

20

30

40

50

11

12

【図 4】光軸上に波長選択素子を設けた場合の光学系を示す図である。

【図 5】本実施形態の変容例を示す図である。

【図 6】本実施形態の変容例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 レーザ装置本体
- 2 コントロール部
- 3 フットスイッチ

4 スリットランプ

10 レーザ発振器

11 ロッド

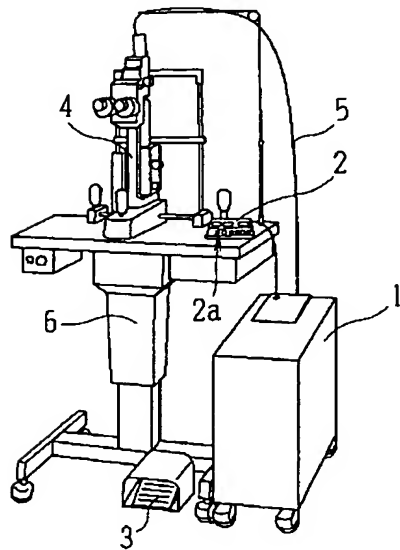
12 半導体レーザ

13 a ~ 13 c 非線型結晶

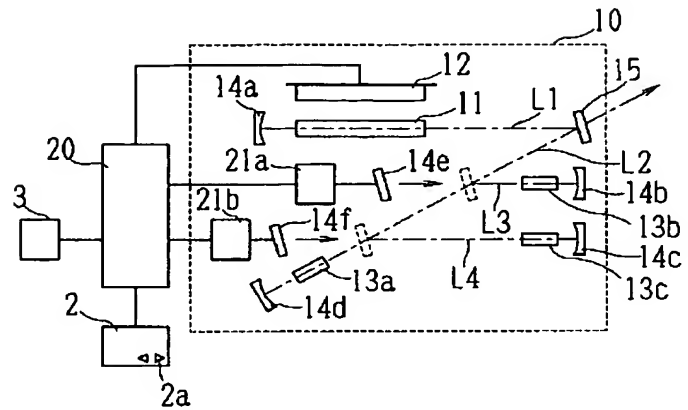
14 a ~ 14 f 全反射ミラー

15 出力ミラー

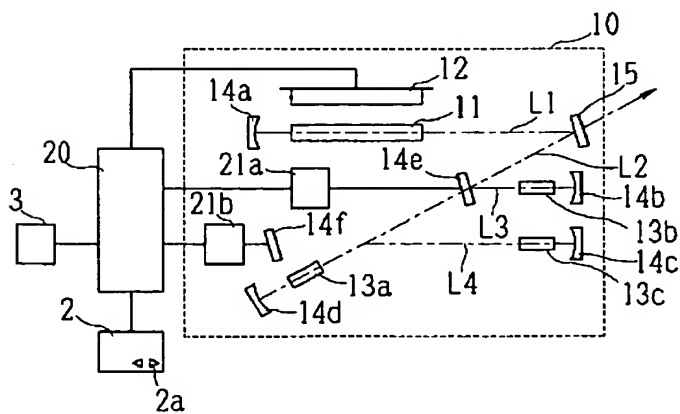
【図 1】



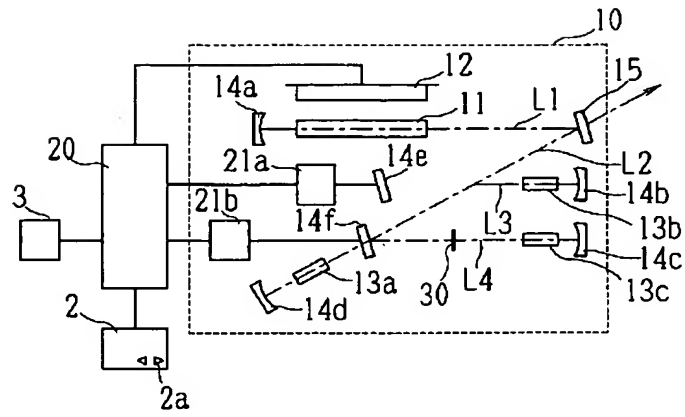
【図 2】



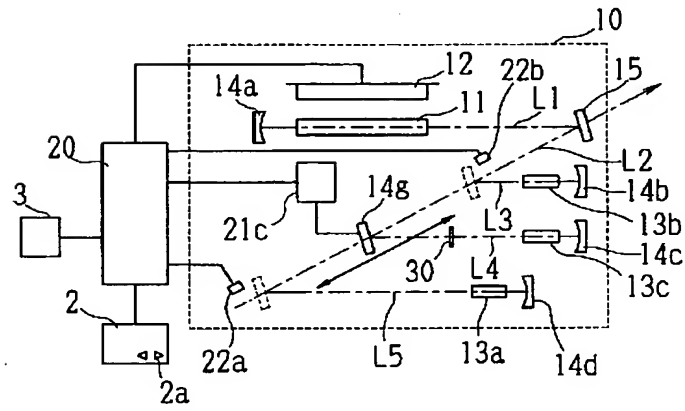
【図 3】



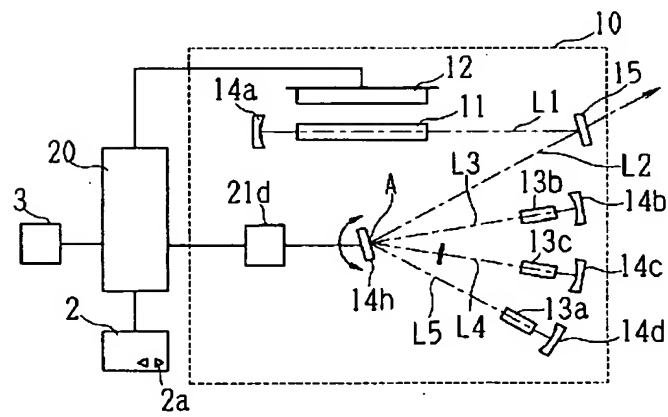
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

F I
A 6 1 F 9/00

テーマコード (参考)

5 0 2
5 1 1